

**АНАЛИЗ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ЦЕПЕЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ  
КАТОДНОГО ПЯТНА ЭКСИТРОНОВ**

В. А. ПАРАМОНОВ, В. А. СЕВАСТЬЯНОВ, А. П. ИНЕШИН

(Рекомендовано научным семинаром кафедры «Электропривод и автоматизация  
промышленных установок» УПИ)

Современный автоматизированный электропривод металлорежущих станков широкого диапазона регулирования скорости базируется в основном на системах — электромашинный усилитель — двигатель постоянного тока (ЭМУ-Д), с промежуточными полупроводниковыми усилителями (ППУ). В настоящее время рядом проектных организаций и научно-исследовательских институтов рассматривается вопрос о возможности применения в приводах главного движения тяжелых станков статических преобразователей тока: магнитных усилителей с самонасыщением (МУС) и ионных преобразователей. Над этим вопросом работают ЭНИМС, СибНИЭТИ и другие.

Несмотря на известные преимущества электрических приводов с ионными преобразователями (быстродействие, высокий КПД, отсутствие вращающихся частей, возможность применения бестрансформаторной схемы, удобство включения и др.) они не нашли широкого применения в станкостроении и требуют дальнейшего исследования и усовершенствования. Так, например, тиратроны наряду с имеющимися преимуществами, отличаются наличием накала, требуют подготовки к включению, обладают небольшой перегрузочной способностью. Игнитроны не имеют этих недостатков, но отличаются отсутствием сетевого управления, малым сроком службы зажигающего, возможностью пропусков зажигания и импульсов тока.

В настоящее время отечественной промышленностью осваивается выпуск однофазных ртутных выпрямителей с управляющей сеткой и дежурной дугой — экситронов, сочетающих в себе преимущества тиратронов и игнитронов, не имея указанных недостатков. Экситрон имеет металлический корпус, анод и катод от которого изолированы, что исключает возможность переброса на корпус дуги и повышает его эксплуатационную надежность. Наличие непрерывно горящей дежурной дуги исключает пропуски импульсов анодного тока. Экситрон отличается высоким КПД, малой мощностью сетевого управления (в 2000 раз меньше, чем у игнитрона). Подготовка его к работе определяется временем возбуждения катодного пятна и составляет доли секунды (рис. 4). Цепь зажигающего нормально по току разгружена; зажигающий

находится вне зоны катодного пятна. Экситрон обладает десятикратной перегрузочной способностью по току. Небольшие габариты позволяют их монтировать в компактных шкафах. Единственным существенным недостатком экситрона является водяное охлаждение, что несколько снижает его эксплуатационные показатели. Однако в настоящее время ведется разработка экситронов с воздушным охлаждением, что облегчит их применение в промышленных установках.

Заслуживает внимания вопрос исследования возможности применения этих приборов в приводах главного движения тяжелых станков УЗТС с мощностью приводного двигателя не менее 20 квт. Несмотря на подкупательную способность экситронов в вопросе применения их в приводах широкого диапазона регулирования скорости исполнительного электродвигателя, схемные решения как силовых, так и вспомогательных цепей в современной литературе отражены недостаточно и требуют дальнейших разработок, исследования и анализа.

На рис. 1 приведена известная принципиальная схема возбуждения с тиратроном в цепи зажигающего, авт. св. № 158957, 1962 г., исследование и анализ которой в отраслевой лаборатории УПИ показали следующие результаты:

а) тиратроны потребляют дополнительно значительную энергию на накал, что неэкономично. Имеет место неготовность схемы к включению, ввиду необходимости прогре-

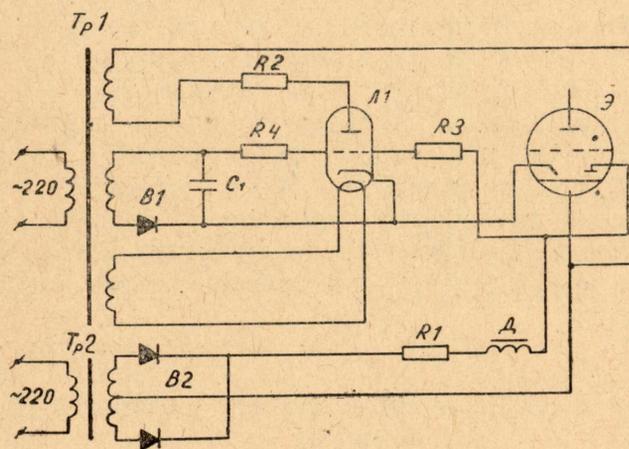


Рис. 1. Тиратронная схема возбуждения катодного пятна экситрона.

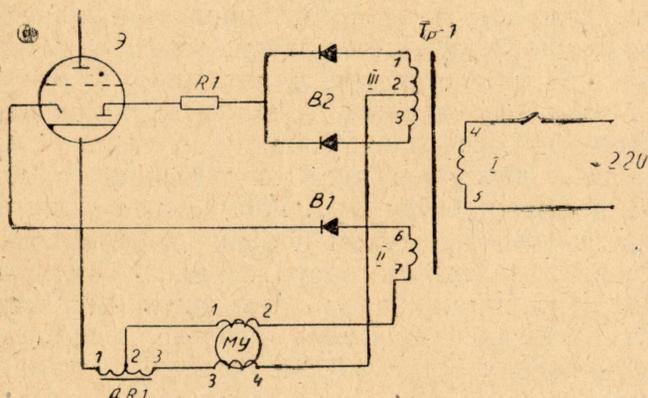


Рис. 2. Электромагнитная схема возбуждения катодного пятна экситрона.

На рис. 2 дана другая схема возбуждения катодного пятна экситрона — электромагнитная, разработанная ВЭИ. Здесь: Э — экситрон, Тр — трансформатор питания, МУ — магнитный усилитель в цепи поджига, Др — сглаживающий дроссель.

ва катода, на что требуется время;

б) многофазная схема возбуждения с тиратронами будет сложна и громоздка;

в) по габаритам тиратроны соизмеримы с экситронами, т. е. для них потребуется отдельный шкаф.

Из сказанного следует, что эта схема возбуждения для ионного электропривода на экситронах в тяжелом станкостроении малопримемла.

Магнитный усилитель МУ выполнен на тороидальном железе, обладает малым током холостого хода и резко выраженным насыщением.

МУ и вентиль В1 образуют схему однополупериодного быстродействующего магнитного усилителя, управляемого током дежурной дуги. При подаче питающего напряжения на схему, катодное пятно экситрона не возбуждено, ток дежурной дуги отсутствует, магнитный усилитель в результате действия обратной связи открыт и по цепи поджигателя протекают импульсы тока с крутым передним фронтом с частотой 50 гц. Среднее значение этого тока равно 1,5 а. Если зажигатель имеет сравнительно большое нелинейное внутреннее сопротивление, то при протекании через него импульсов тока возникает «игнитронный эффект». Электромагнитная схема возбуждения является простой по устройству, бесконтактной и состоит из надежных элементов: дроссель, селеновый выпрямитель, МУ. Однако исследования электромагнитной схемы возбуждения катодного пятна, проведенные на кафедре электропривода УПИ показали, что из 10 приборов надежно возбуждаются лишь 6, так как при существующей технологии изготовления экситроны имеют большой разброс величины холодного сопротивления зажигателя от нескольких ом до ком.

Плохое возбуждение объясняется тем, что МУ с внутренней обратной связью обладает большим внутренним сопротивлением, т. е. является генератором тока. Поэтому независимо от величины внутреннего сопротивления контакта поджигатель — ртуть МУ обеспечивает в цепи поджигателя примерно одну и ту же величину тока, среднее значение которого равно примерно 1,5 а. С другой стороны известно, что коэффициент усиления МУ по току определяется выражением:

$$K = \frac{W_y}{W_{\sim}} \cdot \frac{1}{1 - K_{oc}}, \quad (1)$$

где  $W_y = W_{\sim}$  — число витков обмотки управления (она же рабочая обмотка);

$K_{oc}$  — коэффициент обратной связи с учетом реального вентилля.

Отсюда также видно, что магнитный усилитель является стабилизатором тока, поэтому на поджигателе с малым внутренним сопротивлением выделяется небольшая величина мощности, пропорциональная  $I^2 R_3$  и недостаточная для возникновения «игнитронного эффекта». Увеличения ее можно достигнуть за счет сопротивления зажигателя  $R_3$  или мощности  $P_3$  источника тока возбуждения, т. е. ценой завышения габаритов МУ, трансформатора Тр1, вентилля В1, и т. д. С целью компактности питание зажигателя и дежурной дуги в рассматриваемой схеме выполнено от одного трансформатора Тр1. При работе зажигателя, ввиду подмагничивания железа Тр1 током поджига, образование дежурной дуги происходит при пониженном напряжении, что затрудняет возбуждение экситрона. Для сглаживания пульсации напряжения питания дежурной дуги установлен дроссель, который поддерживает ее ток при переходе напряжения через «нуль», однако это приводит к затягиванию переходного процесса в цепи дежурной дуги и повышает вероятность отказов схемы.

На рис. 3 представлена 3-х фазная система с контактной схемой возбуждения исследованная авторами. В ней применено логическое переключение цепей поджига. При этом импульсы напряжения с большой крутизной переднего фронта подаются от повышающего трансформатора на поджигающий электрод первого экситрона по цепи: однополупериодный вентиль В1, быстронасыщающийся дроссель Д4, из

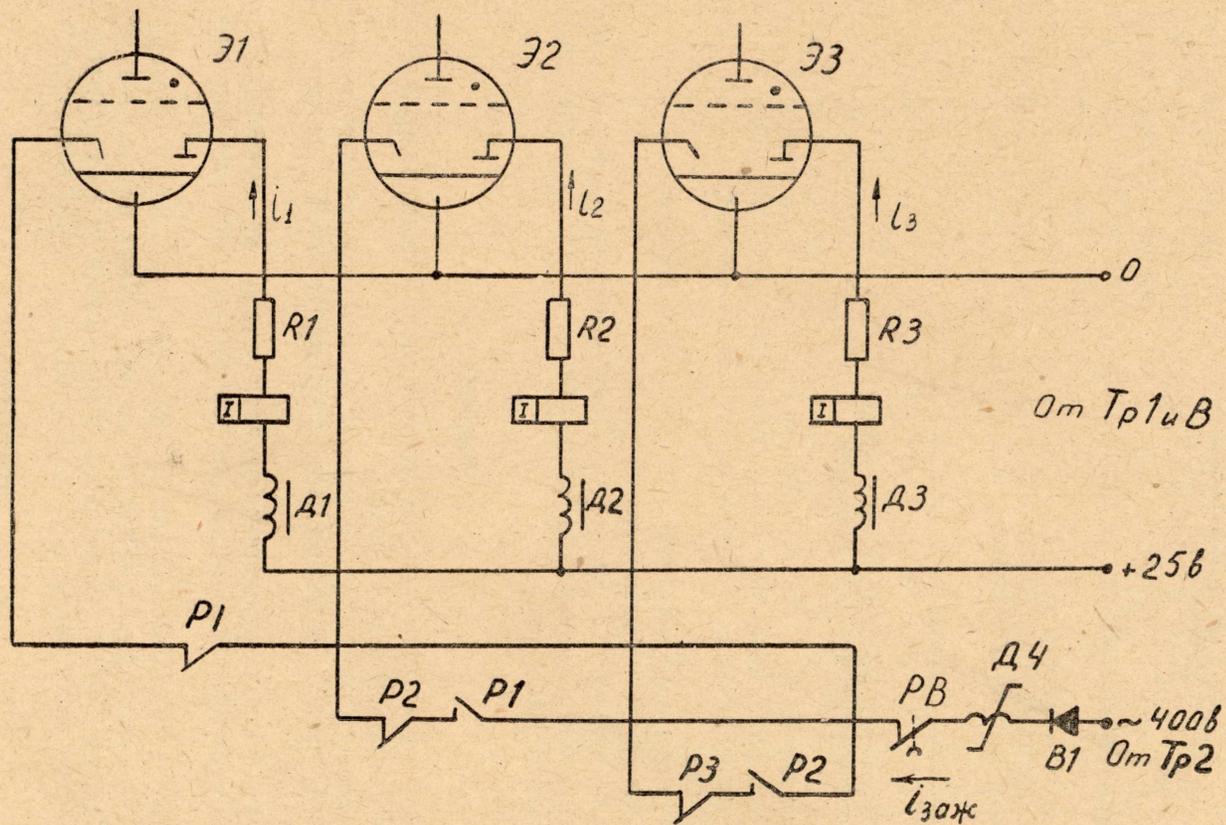


Рис. 3. Трехфазная система экситронов с контактной схемой возбуждения.

контакт реле Р1. При возникновении в нем дежурной дуги по обмотке реле Р1 потечет ток, что приводит к его срабатыванию и переключению цепи поджига с первого экситрона на второй. При возникновении дежурной дуги у второго экситрона, сработает реле Р2 и переключит цепь поджига на третий экситрон и т. д. При горении дежурных дуг всех экситронов реле Р1, Р2, Р3 втянуты, цепь поджига разомкнута и находится под напряжением. При обрыве в каком-либо экситроне дежурной дуги выпадает одноименное реле и автоматически восстанавливается цепь поджигателя.

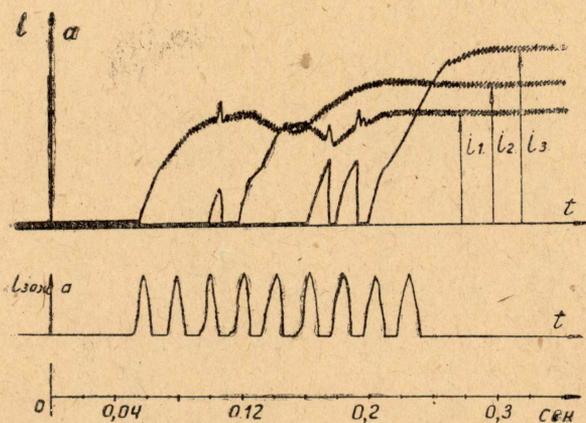


Рис. 4. Осциллограмма переходного процесса токов дежурных дуг и поджигателя.

На рис. 4 дана осциллограмма переходного процесса токов, поясняющая работу логического устройства цепи поджига. Здесь  $I_{30Ж}$  — ток зажигателей,  $I_1, I_2, I_3$  — соответственно токи дежурных дуг. Из нее следует, что возникновение дуги происходит не более чем 2—3 импульса тока поджигателя, а время переходного процесса составляет примерно 0,2 сек.

Свободные контакты Р1, Р2, ДЗ используются для сигнализации и блокировки при обрыве дежурной дуги.

Схема отличается простотой, надежностью, хотя и имеет недостатки, присущие контактной автоматике, что не существенно при единичном включении — пуске.

### Выводы

Анализ тиратронной и электромагнитной схем возбуждения катодного пятна экситрона показывает:

1. Схемы, изображенные на рис. 1 и 2, отличаются недостаточной эксплуатационной надежностью и сравнительной сложностью схемных решений.
2. Однофазная электромагнитная схема не обеспечивает надежного возбуждения экситрона при сопротивлении поджигателя менее 70 ом.
3. Отсутствие блокировки и сигнализации при обрыве цепи дежурной дуги в рассматриваемых схемах может привести к «отказу».
4. Предлагаемая трехфазная схема может быть рекомендована для исследования возможности применения ее в приводах станков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Розенблат. Магнитные усилители. Госэнергоиздат, 1955 г.
2. И. Л. Каганов. Электронные и ионные преобразователи. Госэнергоиздат, 1956 г.